

# Filosofia della scienza

CC-BY-NC-SA

Gabriele Ferri

## Indice

<b>Panoramica</b>	<b>3</b>
Panoramica delle lezioni . . . . .	4
<b>1. Il ragionamento scientifico</b>	<b>6</b>
Ragionamento deduttivo . . . . .	6
Ragionamento induttivo . . . . .	8
<b>Lezione 3: giovedì 21 novembre</b>	<b>9</b>
Corroborazione e fallibilismo (conferma) . . . . .	9
Progresso scientifico . . . . .	10
Falsificazionismo nella scienza . . . . .	10
Problemi del falsificazionismo . . . . .	11
<b>Verificazionismo</b>	<b>12</b>
Sottodeterminazione nella pratica scientifica . . . . .	14
La spiegazione scientifica . . . . .	15
Il modello nomologico-deduttivo (Carl Gustav Hempel) . . . . .	16
<b>Lezione 4: venerdì 22 novembre</b>	<b>18</b>
Problemi modello I-S . . . . .	19
Modello di rilevanza statistica (Wesley Salmon) (RS) . . . . .	19
Problemi del modello di rilevanza statistica (RS) . . . . .	20
Modello causale-meccanico: spiegazione . . . . .	20
Modello causale-meccanico: spiegazione . . . . .	20
Problemi del modello causale-meccanico . . . . .	21
Intervenzionismo . . . . .	21
Esperimento nella scienza . . . . .	22

Esperimenti esplorativi . . . . .	23
Modello unificazionista della spiegazione . . . . .	23
Approcci pragmatici e contestuali alla spiegazione . . . . .	23

## Panoramica

Interessi del professore:

- Filosofia della scienza: Kuhn
- Studi quantitativi della scienza (scientometria)
- *Science policy* e politiche della scienza (governance)

L'esame è un colloquio orale di 20-25 minuti, con **3 domande** sui contenuti del corso.

All'esame verrà **valutato**:

- conoscenza degli argomenti
- collegamenti
- chiarezza
- terminologia tecnica

**Programma frequentanti:**

1. Okasha, *Il primo libro di filosofia della scienza*, Einaudi, Torino, 2006
2. Godfrey-Smith, *Teoria e realtà: introduzione alla filosofia della scienza*, Raffaello Cortina 2021, solo cap. 7, 8, 11
3. **Slide** in PDF
4. Un **classico** tra:
  - Popper, *Logica della scoperta scientifica*, 2010
  - Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, 2009
  - Lakatos, *La metodologia dei programmi di ricerca scientifici*, 1984
  - Feyerabend, *Contro il metodo*, 2003
5. Un **testo** a scelta tra:
  - Bucchi, *Scienza e società* (introduzione alla sociologia della scienza)
  - Crupi, *Scienza*
  - Leonelli, *La ricerca scientifica nell'era dei big data* (rapporto tra scienze biologiche e big data nella ricerca contemporanea)
  - Hacking I., *Conoscere e sperimentare* (uno dei primi testi dedicati alla pratica sperimentale)
  - Oreskes, *Perché fidarsi della scienza?*

Su **Moodle** caricherà:

1. **Slide**
2. **Testi** difficili da recuperare
3. **Video, link, approfondimenti**

4. Test di **autovalutazione** (alla fine del corso)

## Panoramica delle lezioni

1. Il **ragionamento scientifico**: cosa significa ragionare come si ragiona nelle scienze, che tipi di ragionamento vengono applicati nelle scienze?
2. Il problema della **demarcazione**: cosa è scienza? Cosa **non** è scienza? Cosa rende un discorso una scienza? Cosa rende un discorso una pseudo-scienza?
3. La **spiegazione scientifica**: il concetto di spiegazione scientifica, quando una spiegazione scientifica ha successo?
4. **Conferma e controllo empirico**. Quand'è che una teoria è confermata dai fatti?
5. **Conferma e probabilità**: come la teoria della probabilità ci permette di quantificare il supporto che una teoria riceve dall'evidenza.
6. Il **cambiamento scientifico**. L'astronomia di oggi non è quella di Copernico, e non è quella dei tempi di Aristotele. Perché la scienza si modifica?
7. **Realismo e anti-realismo**. In che senso esistono le entità teoriche impiegate dalle teorie scientifiche?
8. **Filosofia della pratica scientifica e filosofia della matematica**. Cosa fanno gli scienziati al bancone del laboratorio? Un **ospite** ci parla della filosofia della matematica.
9. **Epistemologia storica**: approcci alla filosofia che sono stati per molto tempo fuori dal mainstream - tra cui l'epistemologia storica:
  - di lingua francese
  - contemporanea
  - nella riflessione marxista (figura dello scienziato, cause della rivoluzione scientifica)
10. **Scienza e valori e filosofia delle scienze cognitive**. Sperimentare sugli animali è corretto? **Scienza e etica**. Epistemologie femministe: come i pregiudizi di genere hanno condizionato lo sviluppo delle discipline scientifiche? Un ospite ci parla della filosofia delle scienze cognitive e dei problemi connessi alle scienze.
11. **Teorie sociologiche della scienza**
12. **Il sistema di comunicazione della scienza contemporanea**: cosa significa fare scienza oggi, specialmente rispetto al sistema di comunicazione? Come funziona la **politica della scienza** in rapporto alla **valutazione della ricerca**?

*[Usiamo wooclap.com per fare dei sondaggi live]*

Tanti dei casi di filosofia della scienza che analizzeremo saranno di astronomia e fisica.

# 1. Il ragionamento scientifico

Introduciamo 3 esempi di ragionamento scientifico:

1. la somma di due numeri pari è sempre pari (dimostrazione)
2. il fruttivendolo è buono
3. ho un topo in casa

## Ragionamento deduttivo

### Terminologia

- **Ragionamento:** processo cognitivo tramite il quale produciamo inferenze a supporto di certe conclusioni
- **Inferenza:** transizione logica da premesse e conclusioni
- **Argomento:** insieme di premesse che forniscono un supporto razionale a una conclusione.

Un argomento è valido quando la verità delle premesse garantisce la verità della conclusione.

Un argomento può essere logicamente valido ma falso. Dobbiamo distinguere tra verità e validità dell'argomento. Un argomento può essere valido anche se le sue premesse sono tutte o in parte false.

- **Tesi:** enunciato che esprime la conclusione di un ragionamento

Esempi di ragionamenti deduttivi: le premesse implicano logicamente la conclusione, ma **le conclusioni non sono ampliative, cioè non aggiungono nessuna informazione alle premesse** - ma sono sempre validi.

- **Enunciato:** congiunzione tra soggetto e predicato attraverso il verbo essere che funge da copula. es.  $S \text{ è } P$

Si dividono in: - enunciati **universali affermativi** (*Affirmo*) - *Tutti gli  $S$  sono  $P$*  - enunciati **universali negativi** (*nEgo*) - *Nessun  $S$  è  $P$*  - enunciati **particolari affermativi** (*affIrmo*) - *qualche  $S$  è  $P$*  - enunciati **particolari negativi** (*negO*) - *qualche  $S$  non è  $P$*

Con questi enunciati si possono fare inferenze dirette, usando il **quadrato d'opposizione aristotelico**.

- **Enunciati contraddittori:**
  - se uno è vero, l'altro è falso
- **Enunciati contrari:**
  - non possono essere entrambi veri

- se uno è vero, l'altro deve essere falso
- possono essere entrambi falsi
- **Enunciati subcontrari:**
  - non possono essere entrambi falsi
  - se uno è falso, l'altro deve essere vero
  - possono essere entrambi veri
- **Enunciati subalterni:**
  - sono entrambi veri o entrambi falsi
  - se A è vero, I è vero
  - se I è falso, A è falso

**Sillogismo:** un tipo di ragionamento deduttivo in cui dati due enunciati (premessa maggiore e premessa minore) si inferisce un terzo enunciato (conclusione).

Il sillogismo consente di dedurre nuovi collegamenti tra termine attraverso l'utilizzo di un **termine medio**.

La premessa maggiore di un sillogismo può essere espressa da un **condizionale:** se A, allora B.

Distinzione (nei condizionali) tra condizioni necessarie e sufficienti.

*Se briciola è un gatto, allora briciola è un mammifero*

- **Fallacia del *quaternio terminorum*** - un termini viene usato in due sensi diversi.
- **Fallacia del medio non distribuito**
  1. *I gatti sono mammiferi*
  2. *Le tigri sono mammiferi*
  3. *Le tigri sono gatti*
- **Monotonicità della deduzione:** la deduzione è monotonica - aggiungere ulteriori premesse non invalida la conclusione di una deduzione.
- **Dimostrazione per assurdo:**
  - dimostriamo che la negazione della tesi porta a conseguenze contraddittorie.
  - è un metodo indiretto di dimostrazione

## Ragionamento induttivo

Le premesse non implicano logicamente la conclusione; non è un ragionamento deduttivo.

Nell'inferenza induttiva:

- Gli oggetti vengono esaminati
- Le conclusioni riguardano oggetti che non abbiamo ancora osservato

Le premesse non dimostrano ma *supportano* le conclusioni.

La forza di un'inferenza induttiva è la probabilità che la conclusione sia vera.

Ci sono due tipi di induzione:

1. **generalizzazione induttiva:** muove **da un campione a una popolazione** (generale) es. *ciascun cigno osservato è nero; tutti i cigni sono neri*
2. **proiezione induttiva:** ha a che fare con la predizione e non la generalizzazione. es. *i cigni finora osservati sono neri; il prossimo cigno sarà nero* → gli algoritmi di machine learning usano questo tipo di predizione

Esiste l'induzione nella scienza? Non è il procedimento più comune; un caso storico interessante sono le *regole di Chargaff*, una generalizzazione empirica per cui le proporzioni tra le basi azotate del DNA erano molto simili per ciascuna coppia (A-T circa 30%, G-C 20% (A-T circa 30%, G-C 20%). Questa regola nacque da una generalizzazione induttiva da un piccolo numero di casi, su una vasta scala di organismi.

Bacone nel *Novum Organum* proponeva l'induzione come cuore del metodo scientifico: le teorie scientifiche dovranno derivare da un'osservazione metodica di una grande quantità di fatti sulla natura.

Il metodo scientifico di Bacon è dato da osservazione + induzione.

## Lezione 3: giovedì 21 novembre

Popper sul metodo scientifico.

L'induttivismo non è il metodo della scienza. Bacone per esempio individua nell'induttivismo il metodo della scienza, ma per Popper questo è sbagliato. Per Popper gli scienziati non sono mai induttivi; propongono delle teorie e le mettono alla prova con l'esperienza, non raccolgono fatti. Il metodo scienziato dello scienziato è simile a un metodo artistico.

- La scienza procede solo deduttivamente tramite **congetture** (quando il mondo non si comporta come le teorie predicono lo scienziato le butta via) e **confutazioni**.
- Lo scienziato produce delle **congetture audaci**, che contengono molte predizioni che rendono la teoria altamente falsificabile. Bisogna cercare di confutare queste congetture con **controlli severi**. Una buona teoria è una teoria altamente falsificabile, che ha un alto numero di **falsificatori potenziali**. Un buon falsificatore è imprevedibile a priori.
- Per Popper il buono scienziato ha un divieto metodologico fondamentale: quello di non aggiustare le proprie teorie con delle ipotesi aggiuntive (**ipotesi ad hoc**).

Non si possono rattoppare le teorie con questi stratagemmi.

### Corroborazione e fallibilismo (conferma)

Una teoria che ha resistito a numerosi tentativi di confutazione è **corroborata**. L'immagine dello "scienziato creativo" ha un certo appeal per uno scienziato, descrive una certa apertura.

Popper critica l'induzione, l'induttivismo e la verifica. Per quanti casi di corvi neri osserveremo, la legge per cui tutti i corvi sono neri non viene mai secondo Popper verificata dagli esempi.

La verifica o conferma secondo Popper è sempre impossibile nelle teorie. Popper conia tuttavia una nozione simile ma è profondamente diversa: la nozione di **corroborazione**. Se una teoria resiste ai tentativi di confutarla, è corroborata dai test.

Non è una conferma ma una corroborazione. La differenza essenziale tra le due nozioni è che:

- la corroborazione è rivolta al passato, è il "curriculum" dei tentativi di falsificare la teoria. Questo però non è indicativo di un' **inferenza**

**induttiva**, per cui supererà tutti i test futuri. Per quanto la teoria possa essere stata corroborata in passato, non abbiamo motivi razionali per avere fiducia in quella teoria.

- la **conferma** è invece rivolta al futuro, è una nozione di tipo **induttivo**, dal passato al futuro - e secondo Popper ciò non è mai logicamente valido.

Teorie estremamente corroborate come quella di Newton si sono poi dimostrate parzialmente inadeguate con la teoria di Newton.

Questa idea di fallibilismo è che nella scienza non esistono teorie assolutamente certe, anche le asserzioni di base sono rivedibili.

Per Popper è rescisso il legame tra **scienza** e **certezza**. Bisogna mantenere una sorta di scetticismo.

### **Progresso scientifico**

È un ciclo di congetture e confutazioni, c'è una **visione eroica** della scienza. Il buono scienziato è sempre pronto a proporre nuove teorie, testare teorie accettate.

Secondo gli empiristi logici esisteva un progresso vista scientifico che poteva essere descritto come una **progressiva astrazione e generalizzazione**.

Una serie di teorie concentriche che vanno dal particolare al generale.

Ma secondo Popper questo non è possibile, dato che le teorie successive sono in contraddizione logica l'una con l'altra. Per esempio la teoria di Newton è una contraddizione della teoria di Galileo.

Secondo Galileo la traiettoria di un proiettile è una parabola, secondo la teoria newtoniana invece, l'oggetto lanciato con sufficiente forza inizierebbe a girare intorno alla terra, formando un'ellisse.

### **Falsificazionismo nella scienza**

Popper ammirava Einstein, e secondo Popper la teoria di Einstein è un caso paradigmatico di "buona" scienza.

Es. osservazione dell'effetto della **lente gravitazionale**; fenomeno per cui la luce delle stelle risulta deviata dalla massa del Sole. Nel 1919 in due spedizioni durante una eclisse solare viene osservato per la prima volta questo effetto che **conferma la teoria**.

Abbiamo questa teoria molto falsificabile, complicata, con molti falsificatori potenziali. Si organizzano complesse osservazioni empiriche, che spiegano precisamente quel fenomeno e lo confermano - la teoria viene corroborata.

Due casi di pseudoscienza per Popper:

1. La psicanalisi
2. La teoria marxiana della storia

Le due teorie sono pseudoscientifiche perché queste teorie sono **compatibili con ogni stato di cose possibile**; dunque non sono scientifiche.

Se io rifiuto la spiegazione che mi viene data in psicanalisi, posso spiegare questo rifiuto come un rifiuto inconscio.

Allo stesso modo, nella teoria marxiana ogni sviluppo storico può essere ricondotto alla lotta di classe. Qui Popper è poco chiaro: non si capisce se la teoria di Marx è pseudoscienza perché non è falsificabile, o semplicemente falsa perché il comunismo non si è realizzato nei paesi avanzati come il regno unito.

Queste teorie possono essere interessanti e metafisiche, ma non superano il criterio di falsificabilità, dunque non sono scienze.

In generale, il modo in cui Popper presenta la psicanalisi è una semplificazione estrema - anche l'esempio che fa del rifiuto dell'interpretazione, Freud ci aveva pensato, aveva pensato a un caso in cui l'interpretazione dell'analista non elicitava nessuna risposta emotiva da parte dell'analizzando.

Se l'interpretazione non provoca reazioni, significa che l'interpretazione non ha prodotto nessun effetto nell'analizzando.

La teoria psicanalitica è però falsificabile.

## Problemi del falsificazionismo

1. L'epistemologia di Popper crolla quando dobbiamo interrogarci su *usare* le nostre teorie scientifiche.  
Es. se dobbiamo costruire un ponte abbiamo da un lato una teoria estremamente corroborata, dall'altro una teoria mai testata prima. Dal punto di vista popperiano le due cose sono precisamente equivalenti, hanno per Popper lo stesso grado di fiducia, perché la corroborazione è solo un "record" dei successi passati.  
Quindi qui l'epistemologia popperiana non ci aiuta.

Ma allora a che serve? noi usiamo effettivamente una certa quantità di induzione quando applichiamo la scienza

2. L'idea che la scienza è fatta principalmente di leggi universali

Ma nella scienza ci sono **asserzioni esistenziali**, che asseriscono l'esistenza di qualcosa. Qui la teoria di Popper non è chiara: come giustifichiamo un asserto esistenziale?

3. Alcune parti delle teorie scientifiche non sono falsificabili:

- il principio di **sopravvivenza del più adatto** (biologia evuzionista); Popper ha avuto problemi a giustificare questo asserto, per Popper è una tautologia, perché il fatto che un certo individuo è sopravvissuto, quindi la teoria di Darwin sarebbe una sorta di pseudoscienza.
- il principio di **conservazione dell'energia**: è impossibile immaginare uno stato del mondo in cui il principio dell'energia non sia vero, cioè è infalsificabile
- la definizione di forza come massa per accelerazione non è falsificabile

4. Il più grosso problema del verificazionismo è la **sottodeterminazione**.

## Verificazionismo

Come vanno collegate le nostre teorie scientifiche con un livello più basso, con il livello empirico?

Secondo il verificazionismo l'esperienza conferma le teorie Secondo Popper l'esperienza può confutarle.

Caso della cometa di Halley

Quando cerchiamo di predire la traiettoria della cometa ci stiamo anche affidando a:

1. delle misurazioni della massa probabile dell'oggetto.
2. leggi dell'ottica
3. altro

Duehm ha coniato l'espressione **olismo della verifica** - un **esperimento di fisica non può mai condannare un'ipotesi isolata, ma soltanto tutto un insieme di ipotesi**.

Quando l'esperienza è in disaccordo con le previsioni, insegna che almeno una delle ipotesi dell'insieme è inaccettabile.

Dal punto di vista logico possiamo esprimere l'olismo con queste formule. Noi deriviamo con una teoria non solo la teoria di Newton, ma una quantità di ipotesi.

un po' di simboli matematici

$\wedge$   
 $\neg$   
 $\vee$   
 $\forall$   
 $\cap$   
 $\exists$   
 $\#$   
 $\rightarrow$

Quando la predizione di una teoria non viene verificata, cosa confutiamo?

- la teoria
- l'affidabilità degli strumenti
- il setting sperimentale

La falsificazione popperiana è una **rappresentazione ingenua**; il fatto è che non esistono **esperimenti cruciali**, perché noi non verifichiamo mai una sola teoria, ma un insieme di teorie.

In filosofia della scienza l'olismo è associato a **Duehm-Quine**. Quine generalizza le tesi di Duehm.

Duehm: la scienza fisica è un sistema che bisogna prednere nella sua interezza, un organismo di cui non si può far funzionare una parte senza che quelle più lontane entrino in gioco. . .

Quine: possiamo addirittura modificare la logica e la matematica per convalidare l'esperienza. Qualsiasi sia il verdetto dell'esperienza, noi possiamo modificare le nostre credenze in modo da assorbire qualsiasi "impatto" dell'esperienza empirica.

Questo **olismo della verifica** è noto in letteratura con sottodeterminazione: le osservazioni non determinano quale sia la teoria compatibile con le osservazioni; cioè è sempre possibile avere più di una teoria che spiega gli stessi fenomeni.

Le credenze sottodeterminano (non determinano completamente) le teorie in gioco.

Come scegliamo dunque tra teorie alternative?

### Sottodeterminazione nella pratica scientifica

- Quando facciamo misurazioni nella scienza, più di una curva è compatibile con le osservazioni, lo vediamo bene nei **grafici a dispersione: più di una curva è compatibile con le osservazioni.**
- Altro caso di sottodeterminazione: sistema tolemaico *vs* sistema copernicano.

Nella teoria copernicana il sole è al centro dell'universo e i pianeti ruotano attorno al sole. Questo in contrapposizione a Tolomeo che pensava che al centro dell'universo ci fosse la terra.

Abbiamo un certo numero di fenomeni e vediamo che **entrambe le teorie possono spiegare le evidenze disponibili.**

- **Primo fenomeno:** il moto della volta stellare. Le stelle fisse si muovono durante la notte da Est a Ovest, mantenendo le loro posizioni relative. I pianeti si comportano diversamente.
  - Per un tolemaico, il fenomeno è spiegato assumendo che le stelle siano incastonate in una sfera che ruota
  - Per un copernicano, la terra ruota su se stessa da Ovest a Est. Il moto del cielo è un moto apparente, è la terra a muoversi mentre le stelle non si muovono.
- **Secondo fenomeno:** il modo retrogrado dei pianeti, si muovono prevalentemente da Ovest a Est ma hanno anche altri movimenti; per esempio Mercurio per la maggior parte dell'anno si muove da Ovest a Est; ogni tanto tornano indietro (movimento retrogrado da Est a Ovest) e poi tornano indietro.
  - Soluzione tolemaica: ogni pianeta è posto su due orbite, uno che ha un centro (emiciclo) disposto su un secondo circolo (deferente). Il movimento del pianeta è dato dalla composizione di questi due movimenti. Se componiamo i due movimenti, il moto risultante è esattamente un moto retrogrado. Assumendo questo modello geometrico riusciamo a spiegare questo fenomeno.

- Soluzione copernicana: la terra e i pianeti sono su orbite diverse, il moto retrogrado è dato dalla composizione di due moti. La terra è più vicina al sole di Marte, quindi l'effetto che si vede sulla Terra è che Marte torna indietro

Due teorie in contraddizione, due modelli astronomici diversi entrambi in grado di rendere conto dell'esperienza. Entrambe le teorie sono perfettamente coerenti con le osservazioni disponibili.

Entrambe le teorie sono **ottime spiegazioni dei fenomeni accessibili**. Forse allora una buona teoria non deve avere come qualità l'accuratezza, ma la semplicità. Il sistema copernicano sembra più semplice di quello tolemaico, ma capire cosa significa semplicità è complicato.

Qual è il ruolo della semplicità nelle teorie scientifiche è un problema su cui dibattono i filosofi della scienza.

## La spiegazione scientifica

La scienza spiega molte cose:

1. caratteristiche degli esseri viventi
2. riscaldamento globale
3. perché la fiamma del sodio è gialla
4. perché la mancanza di ossigeno causa danni cerebrali

La scienza non ha cioè solo un'ambizione descrittiva, ma sembra che uno dei suoi scopi più importanti spiegare perché le cose avvengono e perché avvengono in quel modo.

Quali sono le teorie filosofiche della spiegazione scientifica? Diamo un'occhiata ad alcuni esempi di spiegazione delle scienze, guardando tre video.

1. Esperimento di chimica: saggio della fiamma. Varie sostanze producono fiamme di colori diversi. La teoria degli atomi ci permette di spiegare *perché* diversi elementi danno fiamme diverse.
2. Perché le forme e le dimensioni dei becchi degli uccelli delle Galapagos nonostante vivano su isole molto vicine tra loro? La differenziazione è spiegata dalla selezione naturale, diversi hanno sviluppato becchi adatti a diversi cibi.
3. Perché i dinosauri? C'è stato un meteorite.

Quali sono elementi comuni, differenze che presentano questi argomentazioni?  
Quali caratteristiche presenta una spiegazione scientifica?

### **Il modello nomologico-deduttivo (Carl Gustav Hempel)**

È un modello di spiegazione scientifica che ha la forma logica di una **deduzione**: delle premesse da cui si deriva logicamente una conclusione.

L'idea chiave è che **le spiegazioni scientifiche dal punto di vista logico hanno la struttura di deduzioni**, in cui ciò che andiamo a dedurre è il fenomeno che vogliamo spiegare, e le premesse sono le teorie che usiamo per derivare quel fenomeno.

Il fenomeno da spiegare è detto *explanandum*, mentre le premesse della spiegazione sono dette *explanans*. Secondo Hempel una spiegazione ha la forma logica di una deduzione, delle premesse da cui deriviamo per inferenza logica il fenomeno da spiegare.

Ci sono alcuni vincoli che la deduzione deve rispettare:

1. deve essere logicamente valida
2. tutte le premesse devono essere vere (ossia supportate dall'evidenza)
3. almeno una delle premesse deve essere una legge generale (nomologico-deduttivo significa che da una parte ha l'aspetto di una deduzione, e poi deve contenere tra le premesse una legge generale - aspetto nomologico)

La luce solare è necessaria per la fotosintesi clorofilliana (*legge generale*)

La pianta nel mio studio non aveva abbastanza luce (*condizioni particolari*)

---

La pianta nel mio studio è morta

Questo modello viene anche detto modello **delle leggi di copertura** - una spiegazione funziona quando un certo evento è derivato da una legge più generale.

Predizione e spiegazione hanno lo stesso oggetto logico sottostante, sono cioè strutturalmente simmetriche. Permettono di spiegare un fenomeno *ex post* o di predirlo *ex ante*. Questo modello cattura molto bene le predizioni in fisica.

Il concetto di **legge generale** gioca un ruolo chiave su questo modello, è un punto cruciale su cui i filosofi della scienza litigano da molto tempo.

- Secondo Hempel, una legge di natura è una generalizzazione vera necessariamente e non accidentalmente. *Non* è un enunciato vero ma contingente come *Tutti i professori di filosofia della scienza a Torino sono uomini*.

Tutti i gas si espandono quando vengono riscaldati  
Il palloncino è pieno di elio ed è stato riscaldato

---

Il volume del palloncino è aumentato

Questo modello è stato il riferimento di tutti i filosofi della scienza successivi.

## Lezione 4: venerdì 22 novembre

La spiegazione hempeliana contiene tutti i fattori del modello nomologico-deduttivo.

L'*explanans* segue logicamente dall'*explanandum*. Il fatto che l'acqua sia santa non gioca in realtà nessun ruolo. Non abbiamo nessuno strumento per discriminare tra elementi rilevanti e irrilevanti nella spiegazione; questo è un problema molto ricorrente nei modelli filosofici di spiegazione scientifica.

### 2. Sovradeterminazione causale

Nessuno rimane incinto senza aver praticato del sesso  
Nicola non ha praticato del sesso (*explanans*)

---

Nicola non è rimasto incinto (*explanandum*)

L'idea è che il fatto di non essere rimasti incinti può essere spiegati da vari fattori causali, che sono tutti sufficienti per non essere incinti.

Per non essere incinti, è condizione sufficiente:

1. essere biologicamente maschi
2. non praticare del sesso

Quindi vediamo intuitivamente che anche se la spiegazione rispetta i parametri del modello (deduzione valida, contiene legge di natura, premesse tutte vere) non è valida

### 3. Simmetria:

La luce viaggia in linea retta (*Legge di natura*)

Leggi della trigonometria (*Legge di natura*)

L'angolo di elevazione del sole è 37 gradi (*Condizioni particolari*) L'asta della bandiera è alta 15 metri (*Condizioni particolari*)

---

L'ombra è lunga 20 metri

Il **problema** è che lo schema funziona anche se scambiamo una delle premesse con una delle conclusioni; se inseriamo la lunghezza dell'ombra tra le nostre condizioni particolari, possiamo dedurre la lunghezza dell'asta.

Il modello N-D non rispetta l'asimmetria o direzionalità della spiegazione (predizione).

Nel caso di **leggi statistiche**, possiamo dedurre logicamente l'*explanandum* dall'*explanans*. Dobbiamo accontentarci di una relazione di **supporto deduttivo**.

Quando la deduzione è efficace, è altamente probabile che il fenomeno sia così.

La probabilità di guarire dallo streptococco in pazienti curati con penicillina è alta (legge statistica)

Tizio Caio, infetto da streptococco, ha assunto penicillina ed è guarito (condizione particolare)

---

Tizio Caio è guarito dallo streptococco (conclusione)

### **Problemi modello I-S**

1. **Causa ed effetti legate da bassa probabilità:** casi in cui la causa di un fenomeno conferisce bassa probabilità al fenomeno stesso. Il tipo di probabilità conferito è basso, e nega il requisito di Hempel che l'*explanans* conferisca alta probabilità all'*explanandum*.
2. **Correlazione senza spiegazione** due eventi non si spiegano l'uno l'altro  
es. il barometro di per sé non spiega la pioggia ma la indica. Non piove perché il barometro è caduto, né il barometro cade perché piove, ma entrambi i fattori hanno come causa la bassa pressione atmosferica.

### **Modello di rilevanza statistica (Wesley Salmon) (RS)**

Esempio della pillola concezionale: le probabilità che Mr. Jones rimanga incinto dopo l'assunzione sono le stesse dopo che inizia ad assumerla.

Nel caso di Miss Jones, le probabilità sono cambiate, sono verosimilmente diminuite.

**Secondo il modello di rilevanza statistica**, le uniche relazioni statisticamente significative sono esplicative, mentre relazioni statisticamente non significative non lo sono.

L'unico requisito è che la probabilità cambi, non che sia alta. Secondo Salmon Hempel sbaglia a pensare che una spiegazione sia un ragionamento deduttivo; secondo Salmon un'informazione è una lista di informazioni

**statisticamente rilevanti**, non necessariamente svolta nella forma logica di un ragionamento. Non c'è un rapporto di deduzione. La differenza rilevante è sulla teoria della natura della spiegazione.

### **Problemi del modello di rilevanza statistica (RS)**

1. **La correlazione non è causazione.** È lo stesso problema del barometro di prima.  
Cercare di ridurre il potere esplicativo dalle statistiche sembra fallimentare.
2. Diverse strutture causali sono **compatibili** con le **stesse relazioni statistiche**.

### **Modello causale-meccanico: spiegazione**

Dopo queste obiezioni, Salmon produce un **modello causale meccanico**. Come la spiegazione della scomparsa dei dinosauri.

Spiegare qualcosa significa spiegare che cosa l'ha causato.

Due termini tecnici che Salmon:

1. **processo causale**: trasmettono informazione.
2. **pseudo-processo**: l'ombra di un oggetto può essere modificata, introducendo un altro oggetto tra l'ombra e la luce. La modifica dell'ombra permane fintanto che l'azione di mettere l'oggetto in quella posizione viene esercitata. Questi processi non trasmettono informazione.
3. **interazione causale**: intersezione spazio-temporale tra due processi causali che modifica la struttura di entrambi.  
> Per esempio la collisione tra due auto.

### **Modello causale-meccanico: spiegazione**

La spiegazione di un evento deve includere i processi causali che portano a quell'evento.

Causale per il ruolo della causa, meccanico perché funziona bene con fenomeni che trasmettono energia continuamente.

L'ingestione della pillola da parte di Mr. Jones causa dei processi fisiologici.

## Problemi del modello causale-meccanico

### 1. Rilevanza causale

Mr. Jones assume la pillola anti-concezionale. Mr. Jones non rimane incinto.  
Miss Jones assume la pillola anti-concezionale. Miss Jones non rimane incinta.

---

L'assunzione della pillola anti-concezionale non spiega perché Mr. Jones non rimane incinto, ma spiega perché Miss Jones rimane incinta.

La pillola attiva delle cause sia per Mr. Jones che per Miss Jones. Abbiamo di nuovo fallito il test di rilevanza. Il modello causale-meccanico non riesce a dirci perché dire che ha preso una pillola è una cattiva spiegazione.

La condizione di essere una causa non è però condizione sufficiente per individuare la causa vera e propria tra le due.

Tutti questi modelli di spiegazione colgono qualcosa; in molti casi di spiegazione scientifica abbiamo leggi particolari; in altri casi il riferimento alle cause è il nucleo della spiegazione - solo che come stiamo vedendo **ci sono dei contro-esempi**; quindi la spiegazione completa ci sfugge.

2. **Nozione di causa:** Hume sottopone a una critica molto convincente il fatto che si possa parlare di causalità in modo empiricamente giustificato. Vediamo correlazioni spazio-temporali tra eventi, non nessi di causalità necessaria.

Da un punto di vista epistemologico, la nozione di causa è molto sospetto per un empirista. Dire quindi che cos'è la causalità è problematico.

Kant risolverà il problema portando la causalità dalla parte del soggetto come struttura a priori.

### Intervenzionismo

È un **approccio alla teoria della causalità**. Come determinare se A è la causa di B? A e B potrebbero essere entrambe causate da C.

Interveniamo su A e andiamo a vedere se il nostro intervento su A modifica B; se causa un cambiamento significa che A ha un effetto causale di B, se non lo modifica, allora dipendono entrambi su c.

Si chiama **intervenzionismo** perché è basato su un intervento sulla realtà.

Questo tipo è legato alla nozione di esperimento, l'esperimento è una manipolazione attiva della realtà - si attua un **cambiamento localizzato** a qualche aspetto del mondo.

### Esperimento nella scienza

- **Variabile:** qualsiasi cosa che può variare qualitativamente e quantitativamente
- **Indipendente:** è quella che viene **manipolata dallo sperimentatore**. Di solito rappresentata sulle y.
- **Dipendente:** quella che **si suppone dipenda dalla variabile indipendente**. Viene misurata durante l'esperimento.

In un **esperimento ideale**, lo sperimentatore interviene su un solo aspetto del fenomeno, mentre le altre variabili vengono escluse.

Vediamo un video su come i fisici hanno costruito un apparato sperimentale per determinare l'esistenza delle onde gravitazionali.

Bisogna ideare strumenti sperimentali in grado di isolare la variabile d'interesse da tutte le altre cause che potrebbero intervenire nella misurazione.

Proviamo a dimostrare ipotesi: il caffè aumenta la concentrazione degli studenti. Individuare:

1. **variabile dipendente:** concentrazione degli studenti. Il punto è come operazionalizziamo le nozioni? Anche qui grande possibilità:
  - somministrazione di un test
  - comparare gruppi che hanno assunto e che non hanno assunto (**gruppo di controllo**)
2. **variabile indipendente:** quantità di caffeina fornita. Questo aspetto può essere declinato in vari modi, come:
  - variabile binaria: assunto caffeina / non assunto caffeina
  - numero di caffè
  - quantità di caffeina (mg)
  - valori di caffeina nel sangue
3. **variabili estranee:**
  - assunzione di altre sostanze
  - stato attuale dello studente
  - ore di sonno
  - alimentazione

Si tratta di **operazionalizzare un fenomeno in termini misurabili**

### **Esperimenti esplorativi**

Non tutti gli esperimenti servono a testare una teoria:

- gli **esperimenti esplorativi** permettono di **esplorare** le caratteristiche di un **fenomeno**
- gli esperimenti consentono anche di **generare nuovi fenomeni**

Un'ipotesi da testare **aiuta a delimitare le variabili** (come nell'esercizio della caffeina).

### **Modello unificazionista della spiegazione**

Philip Kitcher (1947) ci dice che la spiegazione scientifica consiste nel **connettere** un insieme diversificato di fatti, incorporandoli in un insieme di schemi e principi fondamentali.

Lo stesso schema di derivazione può essere usato per ricavare le descrizioni di molti fenomeni.

Il concetto di unificazione esplicativa è più primitivo del concetto di causa: i nostri giudizi causali sono riflesso dei nostri tentativi di costruire teorie unificanti della natura.

### **Approcci pragmatici e contestuali alla spiegazione**

Gli approcci strutturali alla spiegazione falliscono perché **non considerano gli elementi pragmatici e contestuali della spiegazione.**

Van Fraassen: le spiegazioni sono risposte a domande-perché. Il tipo di risposta che richiedono dipende dal contesto, e da chi pone la domanda.

**Contestualismo** la spiegazione varia a seconda del periodo e della disciplina scientifica che consideriamo. Porta un cambiamento in quelli che sono i requisiti di una buona disciplina scientifica.